



## - PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10052089 A**(43) Date of publication of application: **20 . 02 . 98**

(51) Int. Cl.

**H02P 7/06**  
**B23Q 15/22**  
**B25J 9/18**

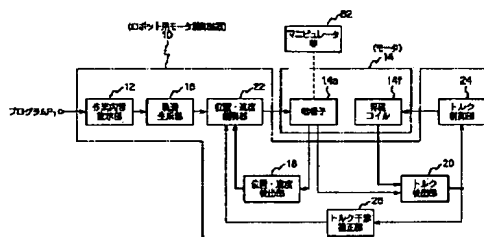
(21) Application number: **08216651**(71) Applicant: **SUZUKI MOTOR CORP**(22) Date of filing: **30 . 07 . 96**(72) Inventor: **KIMURA MASAHIRO**(54) **MOTOR CONTROLLER FOR ROBOT**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make both position/speed and torque of a motor easily programmable, by using a separately excited DC motor and detecting the torque of the motor based on the product of the currents of the armature and the field coil of the motor, and then, controlling the conduction of the armature and field coil based on the detected torque.

**SOLUTION:** A torque detecting section 20 detects the torque of an externally excited DC motor 14 based on the product of the currents of the armature 14a and the field coil 14f of the motor 14, and a torque control section 24 controls the electric current supplied to the coil 14f based on the detected torque. A torque interference correcting section 26 controls the voltage applied across the armature 14a through a position/speed control section 18 based on the torque detected by means of the detecting section 20. Therefore, the position/speed and the torque of the motor 14 can be controlled independently by obtaining various torque characteristics by variously changing the voltage and the current.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-52089

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 2 P 7/06

H 0 2 P 7/06

D

B 2 3 Q 15/22

B 2 3 Q 15/22

B 2 5 J 9/18

B 2 5 J 9/18

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-216651

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 7 月30日

(71) 出願人 000002082

スズキ株式会社

静岡県浜松市高塚町300番地

(72) 発明者 木村 正秀

神奈川県横浜市都筑区桜並木 2 番 1 号 スズキ株式会社技術研究所内

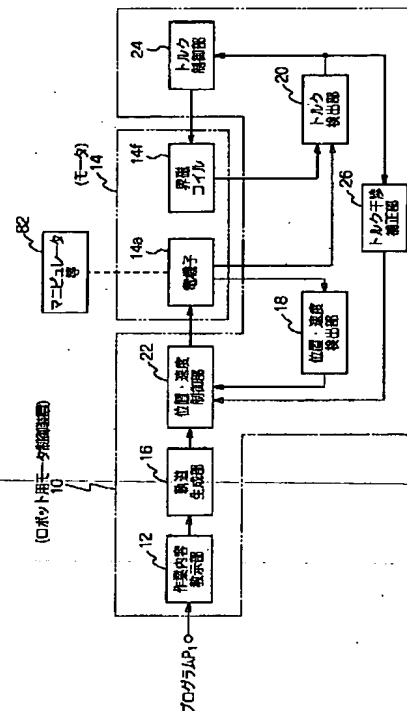
(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

(54) 【発明の名称】 ロボット用モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 位置・速度及びトルクの両方をプログラム入力できるようにする。

【解決手段】 プログラム P<sub>1</sub> 通りにマニピュレータ等 8 2 を動かすためのモータ 1 4 の回転量等の目標値を算出する軌道生成部 1 6 と、マニピュレータ等 8 2 の位置・速度を検出する位置・速度検出部 1 8 と、電機子 1 4 a の電流 I<sub>a</sub> 及び界磁コイル 1 4 f の電流 I<sub>f</sub> の積に基づいてモータ 1 4 のトルクを検出するトルク検出部 2 0 と、算出された目標値及び検出された位置・速度に基づき電機子 1 4 a に供給する電圧 V<sub>a</sub> 及び電流 I<sub>a</sub> を制御する位置・速度制御部 2 2 と、算出された目標値及び検出されたトルクに基づき電流 I<sub>f</sub> を制御するトルク制御部 2 4 と、検出されたトルクに基づき電圧 V<sub>a</sub> を位置・速度制御部 2 2 を介して制御するトルク干渉補正部 2 6 とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】—ロボットのマニピュレータ等を動かす直流他励式のモータの制御装置であって、前記マニピュレータ等に関する位置・速度及びトルクのデータを含むプログラムを入力する作業内容教示部と、この作業内容教示部で入力されたプログラム通りに前記マニピュレータ等を動かすための前記モータの回転量、回転速度及び回転加速度の目標値を算出する軌道生成部と、前記マニピュレータ等の位置・速度を検出する位置・速度検出部と、前記モータの電機子の電流及び界磁コイルの電流の積に基づいて当該モータのトルクを検出するトルク検出部と、前記軌道生成部で算出された目標値及び前記位置・速度検出部で検出された位置・速度に基づき前記電機子に供給する電圧及び電流を制御する位置・速度制御部と、前記軌道生成部で算出された目標値及び前記トルク検出部で検出されたトルクに基づき前記界磁コイルに供給する電流を制御するトルク制御部と、前記トルク検出部で検出されたトルクに基づき前記電機子に供給する電圧を前記位置・速度制御部を介して制御するトルク干渉補正部とを備えた、ロボット用モータ制御装置。

【請求項2】 前記モータの温度を検出する温度検出部が付設され、前記トルク制御部には、この温度検出部で検出された温度に基づき前記モータの過熱を防ぐように前記電流を制御する機能が付設された、請求項1記載のロボット用モータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ロボットのマニピュレータ等を動かすモータを制御するためのロボット用モータ制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図7は、従来のかかるロボット用モータ制御装置の一例を示す機能ブロック図である。図8は、図7のロボット用モータ制御装置で用いられるプログラムの記述例を示す説明図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0003】ロボット用モータ制御装置80は、マニピュレータ等82に関する位置・速度のデータを含むプログラムP<sub>2</sub>を入力する作業内容教示部84と、作業内容教示部84で入力されたプログラムP<sub>2</sub>通りにマニピュレータ等82を動かすためのモータ86の回転量、回転速度及び回転加速度の目標値を算出する軌道生成部8.8と、マニピュレータ等82の位置・速度を検出する位置・速度検出部90と、軌道生成部88で算出された目標値及び位置・速度検出部90で検出された位置・速度に基づきモータ86に供給する電流を制御する位置・速度制御部92とを備えたものである。

【0004】次に、ロボット用モータ制御装置80の動

作を説明する。まず、作業者がプログラムP<sub>2</sub>を作業内容教示部8.4に入力する。すると、軌道生成部8.8では、プログラムP<sub>2</sub>通りにマニピュレータ等82を動かすための、モータ86の回転量、回転速度及び回転加速度の目標値が算出される。そして、位置・速度制御部92は、位置・速度検出部90で検出された位置・速度が軌道生成部88で算出された目標値に一致するように、モータ86に供給する電流を制御する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のロボット用モータ制御装置では、速度を制御することにより結果的にトルクを制御する構成になっているので、位置・速度又はトルクのどちらか一方しかプログラム入力できなかった。すなわち、従来のロボット用モータ制御装置では、位置・速度とトルクとが互いに干渉し合うことにより、位置・速度とトルクとを独立に制御できないという問題があった。

## 【0006】

【発明の目的】そこで、本発明の目的は、位置・速度とトルクとを独立に制御することにより、位置・速度及びトルクの両方をプログラム入力できるロボット用モータ制御装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るロボット用モータ制御装置は、ロボットのマニピュレータ等を動かす直流他励式のモータの制御装置である。すなわち、前記マニピュレータ等に関する位置・速度及びトルクのデータを含むプログラムを入力する作業内容教示部と、この作業内容教示部で入力されたプログラム通りに前記マニピュレータ等を動かすための前記モータの回転量、回転速度及び回転加速度の目標値を算出する軌道生成部と、前記マニピュレータ等の位置・速度を検出する位置・速度検出部と、前記モータの電機子の電流及び界磁コイルの電流の積に基づいて当該モータのトルクを検出するトルク検出部と、前記軌道生成部で算出された目標値及び前記位置・速度検出部で検出された位置・速度に基づき前記電機子に供給する電圧及び電流を制御する位置・速度制御部と、前記軌道生成部で算出された目標値及び前記トルク検出部で検出されたトルクに基づき前記界磁コイルに供給する電流を制御するトルク制御部と、前記トルク検出部で検出されたトルクに基づき前記電機子に供給する電圧を前記位置・速度制御部を介して制御するトルク干渉補正部とを備えている。「マニピュレータ等」とは、マニピュレータの代わりに工具等でもよいという意味である。

【0008】作業者は、位置・速度及びトルクのデータを含むプログラムを作業内容教示部に入力する。すると、軌道生成部では、プログラム通りにマニピュレータ等を動かすための、モータの回転量、回転速度及び回転加速度の目標値が算出される。そして、位置・速度制御

部は、位置・速度検出部で検出された位置・速度が軌道生成部で算出された目標値に一致するように、電機子に供給する電圧及び電流を制御する。このとき、トルク干渉補正部は、トルク検出部で検出されたトルクに基づき、電機子に供給する電圧を位置・速度制御部を介して制御する。一方、トルク制御部は、トルク検出部で検出されたトルクが軌道生成部で算出された目標値に一致するように、界磁コイルに供給する電流を制御する。

【0009】モータのトルクは、電機子の電流及び界磁コイルの電流の積に基づいて検出している。そのため、外界トルクセンサを用いた場合に比べて、負荷や発生トルクの変化に基づくトルク検出の遅れに基づく、トルク制御の遅れを少なくして、特に過渡的なトルク制御特性を改善することができる。したがって、外的要因の変動にリアルタイムに応答して、所望のトルク可変特性を発揮できる。これは、「(電機子の電流)×(界磁コイルの電流) 出力トルク」という関係があるからである。

【0010】界磁コイルの電流を変化させると、電機子に生じる逆誘起電圧も変化してしまう。そのため、位置・速度制御部で予め設定されてあった条件も変わってしまうので、トルク干渉補正部が電機子に供給する電圧を制御している。例えば、界磁コイルの電流を増加させると、電機子の逆誘起電圧も増加するので、電機子に供給する電圧を増加させる。

【0011】軌跡、位置、速度等を設定した場合、負荷の状態予測により、大きいトルクから小さいトルクまでのきめ細かい設定が可能である。すなわち、大きい負荷を予測してプログラム設定時に大きいトルクを設定し、又は、小さい負荷を予測してプログラム設定時に小さいトルクを設定する。したがって、150%、300%、500%等の制限トルク(電流)の半固定状態ではなく、プログラム上で任意にトルクを設定できる。

【0012】また、前記ロボット用モータ制御装置において、前記モータの温度を検出する温度検出部が付設され、前記トルク制御部には、この温度検出部で検出された温度に基づき前記モータの過熱を防ぐように前記電流を制御する機能が付設されたものとしてもよい。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係るロボット用モータ制御装置の第一実施形態を示す機能ブロックである。図2は、図1のロボット用モータ制御装置における位置・速度検出部、トルク検出部、位置・速度制御部、トルク制御部及びトルク干渉補正部の一例をより詳細に示した機能ブロック図である。以下、これらの図面に基づき説明する。

【0014】ロボット用モータ制御装置10は、マニピュレータ等82に関する位置・速度及びトルクのデータを含むプログラムP<sub>1</sub>(図4)を入力する作業内容教示部12と、作業内容教示部12で入力されたプログラム通りにマニピュレータ等82を動かすためのモータ14

の回転量、回転速度及び回転加速度の目標値を算出する軌道生成部16と、マニピュレータ等82の位置・速度を検出する位置・速度検出部18と、モータ14の電機子14aの電流I<sub>a</sub>及び界磁コイル14fの電流I<sub>f</sub>の積I<sub>a</sub>・I<sub>f</sub>に基づいてモータ14のトルクを検出するトルク検出部20と、軌道生成部16で算出された目標値及び位置・速度検出部18で検出された位置・速度に基づき電機子14aに供給する電圧V<sub>a</sub>及び電流I<sub>a</sub>を制御する位置・速度制御部22と、軌道生成部16で算出された目標値及びトルク検出部20で検出されたトルクに基づき界磁コイル14fに供給する電流I<sub>f</sub>を制御するトルク制御部24と、トルク検出部20で検出されたトルクに基づき電機子14aに供給する電圧V<sub>a</sub>を位置・速度制御部18を介して制御するトルク干渉補正部26とを備えている。

【0015】モータ14は、電機子14aと界磁コイル14fとが別々の電源によって通電される、直流他励式である。作業内容教示部12及び軌道生成部16は、マイクロコンピュータを中心に構成された一般的なものである。

【0016】位置・速度検出部18は、電機子14aに連動して回転するロータリエンコーダ181と、ロータリエンコーダ181から得られた信号を増幅するパルスジェネレータ182とから構成されている。位置・速度検出部18は、モータ14の回転数を検出することにより、マニピュレータ等82の位置・速度を間接的に検出する。トルク検出部20は、電流I<sub>a</sub>を検出する電流センサ20aと、電流I<sub>f</sub>を検出する電流センサ20fと、積I<sub>a</sub>・I<sub>f</sub>に基づいてモータ14のトルクを算出しこのトルクに対応する直流電圧を出力するトルクセンサ201とから構成されている。位置・速度制御部22は、位置調節器221、減算器222、F/Vコンバータ223、速度サーボアンプ224等によって構成されている。トルク制御部24は、減算器241、トルクサーボアンプ242、カレントレギュレータ244等によって構成されている。トルク干渉補正部26は、PID制御器243、ボルテージレギュレータ245等によって構成されている。

【0017】位置調節器221は、偏差カウンタであり、位置・速度指令によって与えられる回転指令パルス数と、パルスジェネレータ182から得られたパルス数との差(溜まりパルス)を絶えず記憶しており、溜まりパルスが0になった時点でモータ14の回転を停止させるように制御する。位置調節器221の溜まりパルス数は、アナログ電圧として出力され、減算器223でF/Vコンバータ223の出力電圧分を差し引かれた後、速度サーボアンプ224へ出力される。速度サーボアンプ224は、入力電圧に応じたデューティ比で電機子14aに対してPWM制御を行う。このときの電機子14aに印加される電圧V<sub>a</sub>は、ボルテージレギュレータ2

45の出力電圧である。

【0018】トルク指令はトルクに対応したアナログ電圧であり、減算器241でトルクセンサ201の出力電圧分が差し引かれた後、トルクサーボアンプ242へ出力される。トルクサーボアンプ242の出力信号は、カレントレギュレータ244及びPID制御器243へ出力される。カレントレギュレータ244は、トルクサーボアンプ242の出力信号に応じて、出力する定電流値を変化させる。ボルテージレギュレータ245は、PID制御器243の出力信号に応じて、出力する定電圧値

を変化させる。

【0019】図3は、モータ14のトルク特性を示すグラフである。以下、図1乃至図3に基づき説明する。

【0020】図3において、横軸に回転数(N)を示し、縦軸にトルク(T)を示している。モータ14のトルクTは、次式によって示される。 $T = k_2 \cdot k_3 \cdot I_f \cdot (V_a - k_1 \cdot k_3 \cdot N \cdot I_f) / R_a \dots$

(1)。ここで、 $R_a$ は電機子14aの抵抗、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ は定数である。縦軸上の点は、各トルク特性における回転数 $N=0$ のときのトルクすなわち拘束トルクを示し、その値は、 $k_2 \cdot k_3 \cdot I_a \cdot I_f$ によって示される。また、横軸上の点は、トルク $T=0$ のときの回転数すなわち無負荷回転数を示し、その値は $V_a / (k_1 \cdot k_3 \cdot I_f)$ である。

【0021】図3から明らかなように、トルク特性は、電圧 $V_a$ が増大すると平行移動してトルク、回転数ともに増加する。電圧 $V_a$ が一定のとき、電流 $I_f$ が増加すると、特性の傾斜が大きくなって、トルクが増大するとともに回転数が減少し、電流 $I_f$ が減少すると、特性の傾斜が小さくなって、トルクが減少するとともに回転数が増大する。したがって、電圧 $V_a$ 、電流 $I_a$ 、 $I_f$ を様々に変化させることによって、多様なトルク特性が得られることから、位置・速度とトルクとを独立に制御することが可能となる。例えば、一定の回転数(速度)を維持したままトルクを増減したり、一定のトルクを維持したままを回転数(速度)を増減したり、回転数(速度)及びトルクとともに増減したりすることが可能となる。

【0022】ロボット用モータ制御装置10においては、積 $I_a \cdot I_f$ に基づいてトルクを求め、これを例えば微分することで、モータ14の負荷トルク変動を算出する。そして、このようにして求められた負荷トルク変化率を位置・速度制御部22及びトルク制御部24へフィードバックすることにより慣性負荷の存在に基づく制御の遅れを少なくして、トルク制御特性をより向上させるようにしている。

【0023】図4は、図1のロボット用モータ制御装置で用いられるプログラムの記述例を示す説明図である。以下、図1乃至図4に基づきロボット用モータ制御装置10の動作を説明する。

【0024】作業者は、まず、図4に示すような位置・速度及びトルクのデータを含むプログラム $P_1$ を作業内容教示部に入力する。トルクについては、例えば定格トルクに対して「1~9000%」の範囲で入力する。すると、軌道生成部16では、プログラム $P_1$ 通りにマニピュレータ等82を動かすための、モータ14の回転量、回転速度及び回転加速度の目標値が算出される。位置・速度制御部22は、位置・速度検出部18で検出された位置・速度が軌道生成部16で算出された目標値に一致するように、電機子14aに供給する電圧 $V_a$ 及び電流 $I_a$ を制御する。このとき、トルク干渉補正部26は、トルク検出部20で検出されたトルクに基づき、電機子14aに供給する電圧 $V_a$ を位置・速度制御部22を介して制御する。トルク制御部24は、トルク検出部20で検出されたトルクが軌道生成部16で算出された目標値に一致するように、界磁コイル14fに供給する電流 $I_f$ を制御する。

【0025】図5は、本発明に係るロボット用モータ制御装置の第二実施形態を示す機能ブロックである。図6は、図5のロボット用モータ制御装置における位置・速度検出部、トルク検出部、位置・速度制御部、トルク制御部、トルク干渉補正部及び温度検出部の一例をより詳細に示した機能ブロック図である。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図1及び図2と同一部分は同一符号を付すことにより重複説明を省略する。

【0026】ロボット用モータ制御装置30には、モータ14の温度を検出する温度検出部32が付設されている。そして、トルク制御部34には、温度検出部32で検出された温度に基づきモータ14の過熱を防ぐように電流 $I_f$ を制御する機能が付設されている。温度検出部32は、例えば図示しないが、モータ14の筐体に密接した状態で取り付けられたサーミスタと、サーミスタの抵抗値が一定以上になるとHレベル電圧を出力する出力回路とから構成されている。温度検出部32の出力電圧は、減算器241でトルクサーボアンプ242の入力電圧を差し引く。したがって、モータ14が過熱すると電流 $I_f$ が減少することにより、モータ14が保護される。特に、回転数(位置・速度)とトルクとを独立に制御すると、モータ14が過熱しやすくなるので、ロボット用モータ制御装置30は本発明に好ましい形態である。従来技術では、図4から明らかなように、回転数とトルクとがおおよそ反比例することから、このような問題はあまり生じない。

【0027】

【発明の効果】請求項1又は2記載のロボット用モータ制御装置によれば、直流他励式のモータを用い、電機子の電流及び界磁コイルの電流の積に基づいてモータのトルクを検出し、このトルクに基づき電機子及び界磁コイルを通電制御することにより、位置・速度とトルクとを独立に制御できるので、位置・速度及びトルクの両方を

7

簡単にプログラム入力できる。

【0028】請求項2記載のロボット用モータ制御装置によれば、モータの温度を検出し、この温度に基づきモータの過熱を防ぐように通電制御することにより、モータを保護することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るロボット用モータ制御装置の第一実施形態を示す機能ブロックである。

【図2】図1のロボット用モータ制御装置における位置・速度検出部、トルク検出部、位置・速度制御部、トルク制御部及びトルク干渉補正部の一例をより詳細に示した機能ブロック図である。

【図3】直流他励式のモータのトルク特性を示すグラフである。

【図4】図1のロボット用モータ制御装置で用いられるプログラムの記述例を示す説明図である。

【図5】本発明に係るロボット用モータ制御装置の第二実施形態を示す機能ブロックである。

【図6】図5のロボット用モータ制御装置における位置・速度検出部、トルク検出部、位置・速度制御部、トルク制御部、トルク干渉補正部及び温度検出部の一例をより詳細に示した機能ブロック図である。

\*

8

\*【図7】従来のロボット用モータ制御装置の一例を示す機能ブロックである。

【図8】図7のロボット用モータ制御装置で用いられるプログラムの記述例を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

10, 30 ロボット用モータ制御装置

12 作業内容教示部

14 モータ

14a 電機子

14f 界磁コイル

16 軌道生成部

18 位置・速度検出部

20 トルク検出部

22 位置・速度制御部

24, 34 トルク制御部

26 トルク干渉補正部

32 温度検出部

82 マニピュレータ等

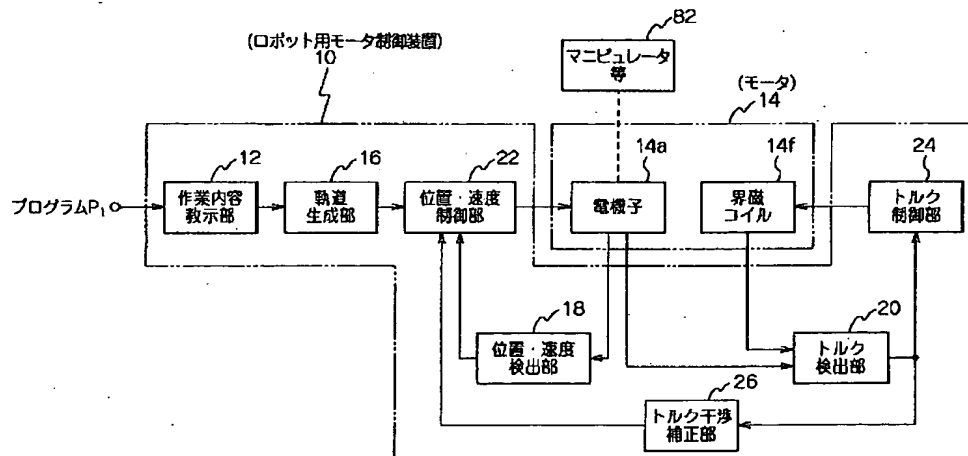
1a 電機子の電流

1f 界磁コイルの電流

Va 電機子の電圧

P<sub>1</sub> プログラム

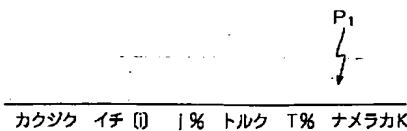
【図1】



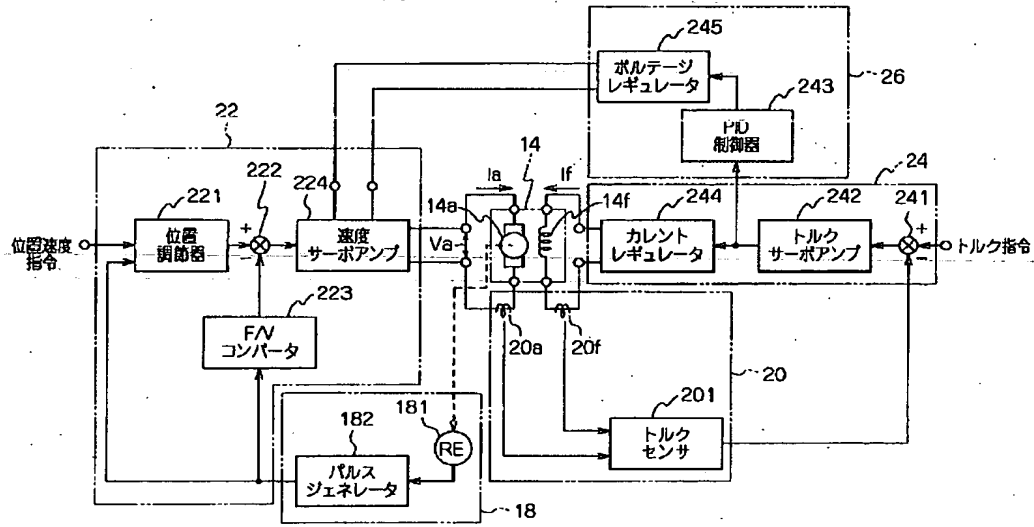
【図8】

カクジク イチ (0) 1% ナメラカK

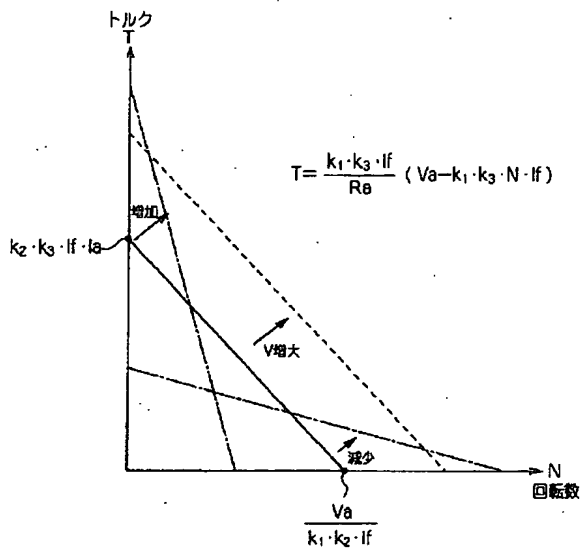
【図4】



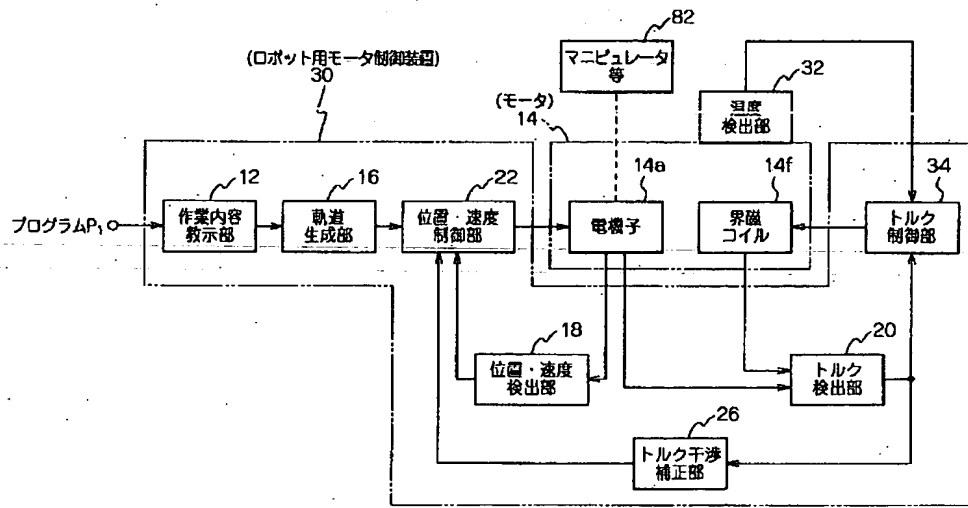
【図2】



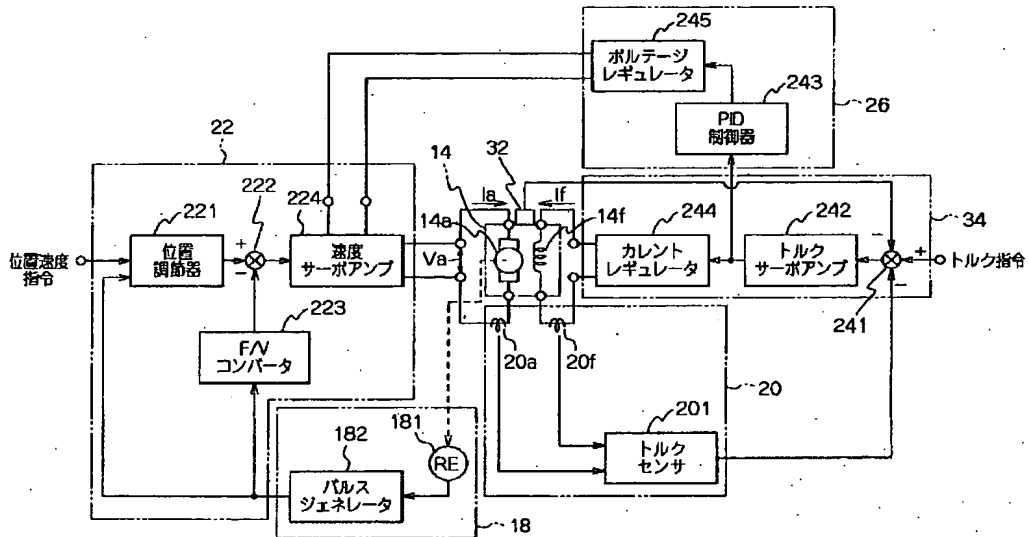
【図3】



【図 5】



【図 6】



【図7】

